



FILED

⑳ Aktenzeichen: P 44 33 675.6  
㉔ Anmeldetag: 21. 9. 94  
㉕ Offenlegungstag: 28. 3. 96

DE 44 33 675 A 1

㉑ Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE;  
Dr. Barthel Sensorsysteme GmbH, 82024  
Taufkirchen, DE; Schwabe, Walter, Dr., 09227  
Einsiedel, DE; Maschinenfabrik Arnold GmbH & Co.  
KG, 88214 Ravensburg, DE

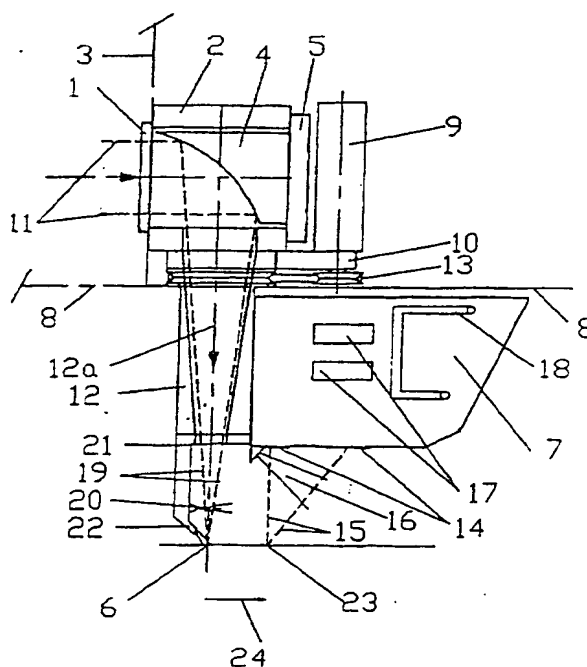
㉒ Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉓ Kompakter Laserbearbeitungskopf zur Lasermaterialbearbeitung

㉔ Die Erfindung betrifft einen kompakten Laserbearbeitungskopf zur Lasermaterialbearbeitung, insbesondere für lasergestützte Materialbearbeitungsverfahren, zur 2-D- und 3-D-Laserbearbeitung. Dieser Laserbearbeitungskopf besteht aus einem Sensor zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung, einem oder mehreren Spiegeln (4) und/oder Spiegelsystemen mit Spiegelgehäuse (2) und Spiegelhalter (5), einer definierten Schnittstelle (1) zum Strahlführungssystem (3) der Maschine und weiteren notwendigen Bauelementen, Anschlüssen und Leitungen. Erfindungsgemäß ist bei diesem kompakten Laserbearbeitungskopf der Sensor (7) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung vollständig konstruktiv mit in dem Laserbearbeitungskopf integriert und gemeinsam mit anderen an die Bearbeitungsrichtung gebundenen Zusatzeinrichtungen des Laserbearbeitungskopfes um die Sensordrehachse (12) drehbar gelagert.



DE 44 33 675 A 1

Die Erfindung betrifft einen kompakten Laserbearbeitungskopf zur Lasermaterialbearbeitung, insbesondere für lasergestützte Materialbearbeitungsverfahren mit CNC-gesteuerten Portalmaschinen bzw. -robotern zur 2D- und 3D-Laserbearbeitung. Ihre Anwendung ist besonders zweckmäßig und sinnvoll beim Laserstrahlschneiden, -schweißen und bei den Verfahren der Oberflächenveredlung.

Es ist einerseits allgemein bekannt, daß Laserbearbeitungsverfahren, wie beispielsweise die Oberflächenbehandlung oder das Laserstrahlschweißen und -schneiden, eine hohe Genauigkeit der Positionierung des geformten bzw. fokussierten Laserstrahles auf die Oberfläche der zu bearbeitenden Bauteile erfordern. Das gilt sowohl für die zu bearbeitenden bzw. zu erzeugenden Konturen, als auch für den Fokussabstand und die Laserstrahlrichtung.

Andererseits sind Bauteile mit komplizierten Geometrien und/oder durch Umformen hergestellte Werkstücke immer mit Form- und Maßtoleranzen behaftet und es können außerdem auch während der Bearbeitung Verformungen auftreten.

Mit erheblichem Aufwand zum Richten und Spannen der Teile, wie beispielsweise beim Laserstrahlschweißen von Serienbauteilen praktiziert, kann man zwar dieses Problem begrenzen, jedoch nicht ganz beseitigen. Darüber hinaus ist dabei aber eine wesentliche Erhöhung der Verfahrenskosten und eine merkliche Einschränkung der Flexibilität der Laserbearbeitung zu verzeichnen.

Allerdings entsteht bei der Laserbearbeitung von Bauteilen mit komplizierter Geometrie immer ein hoher Programmieraufwand, da in der Regel jedes Teil individuell im Teach-in-Verfahren programmiert wird, was hohe Maschinenrüstzeiten zur Folge hat (Bakowski, L. et. al. "3-D-Laserschneiden ohne zu warten", Laser-Praxis, Supplement zu Hanser Fachzeitschriften September, Carl Hanser Verlag München, 1992, S. LS 103—105/Rollbühler, G. "Lohnende Alternative zur Handarbeit", Laser-Praxis, Supplement zu Hanser Fachzeitschriften Juni, Carl Hanser München, 1992, S. LS 8—9/Stratmann K. "Kombinieren rechnet sich" Laser-Praxis, Supplement zu Hanser Fachzeitschriften September, Carl Hanser Verlag München, 1993, S. LS 74—76). Aufgrund dieser Probleme, die erhebliche Hemmnisse bei der weiteren Verbreitung der 3-D-Laserbearbeitung darstellen, sind der Erweiterung des Anwendungsfeldes der 3-D-Laserbearbeitung enge Grenzen gesetzt.

Es wurde daher versucht, diese Probleme mittels Sensortechnik zu lösen. Wie bereits in Biermann, S. "Der Abstand bleibt gleich" Laser-Praxis, Supplement zu Hanser Fachzeitschriften September, Carl Hanser Verlag München, 1992, S. LS 99—102 und in "Sensoranwendung und Qualitätssicherung in der Laserbearbeitung", Seminarunterlagen Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der TU München, 1993, beschrieben, wird derzeit beim Laserstrahlschneiden die Abstandsregelung erfolgreich eingesetzt. Für den Roboterinsatz sind beispielsweise Lösungen für die Nahtverfolgung bekannt, wo Meßsignale über Regelkreise auf eine oder mehrere Achsen zurückwirken.

Eine neuere Lösung für NC-gesteuerte Portalmaschinen, die sowohl zur Geometrieerkennung als auch zur Konturverfolgung eingesetzt wird, basiert auf der intelligenten Verknüpfung kommerzieller Anlagenkompo-

nenten durch ein spezielles Interface. Dabei wird in der Regel der Sensorkopf an den zur Ausführung der jeweiligen Aufgabe genutzte Bearbeitungskopf zusätzlich fest angeflanscht (Sensoranwendung und Qualitätssicherung in der Laserbearbeitung in Seminarunterlagen des Instituts für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der TU München 1993 und "Scout sorgt für Präzision" in Laser, Juni 1993).

Diese neuere Lösung hat für die Belange der Lasermaterialbearbeitung den Nachteil, daß diese Sensoren, die ja ein zusätzliches Bauelement darstellen, den Arbeitsraum begrenzen und somit hinsichtlich der Zugänglichkeit, insbesondere bei Innenkonturen, erhebliche Einschränkungen bewirken. Dieser Effekt wird durch zusätzliche Schlauch- und Kabelanschlüsse, die bei den meisten Lasermaterialbearbeitungsverfahren erforderlich sind, weiter verstärkt.

Ein weiterer Nachteil dieser neueren Lösung besteht darin, daß hier die Sensoren in der Regel ungeschützt den allgemein bei der Laserbearbeitung auftretenden Umgebungsbedingungen (Dämpfe, Gase, Sublimate, Plasma, Spritzer, Wärme u. a.) ausgesetzt sind. Durch derartige Ablagerungen wird aber die Detektionssicherheit erheblich beeinträchtigt.

Darüber hinaus ist bei dieser neueren Lösung von Nachteil, daß der Anbau des Sensors meist nicht reproduzierbar gestaltet werden kann, was den Justieraufwand drastisch erhöht.

Es wirkt sich bei dieser neueren Lösung ebenfalls nachteilig aus, daß im Regelfall bei kommerziellen Sensoren keine Möglichkeit der Sensorkühlung vorgesehen ist, was deren Einsatzmöglichkeiten in derartigen Laserbearbeitungsköpfen stark einschränkt.

Während bei richtungsunabhängigen Laserbearbeitungsverfahren, wie beispielsweise beim 3-D-Laserschneiden mit koaxialer Gasstrahlführung, fünf gesteuerte Bewegungsachsen (z. B. drei Linear- und zwei Drehachsen) für eine volle 3-D-Fähigkeit ausreichen, benötigt ein im Vorlauf arbeitender Sensor zur Geometrieerfassung im Raum eine weitere Achse zur Drehung des Sensors um die Werkzeugachse (Laserstrahlachse) zu seiner Orientierung, analog richtungsabhängiger Laserbearbeitungsverfahren, wie beispielsweise Schweißen mit Off-axis-Düsen und/oder Zuführung von Zusatzwerkstoffen oder Härten mit geformten Laserstrahl. Aus diesem Grund besteht ein weiterer wesentlicher Nachteil der neueren Lösung in der starken Einschränkung der Funktionalität bzw. dem gänzlichen Verlust der uneingeschränkten 3-D-Fähigkeit des Systems.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nunmehr darin, einen Laserbearbeitungskopf zur Lasermaterialbearbeitung, insbesondere zur Lasermaterialbearbeitung vorzuschlagen, der sämtliche Nachteile der Lösungen des Standes der Technik nicht aufweist bzw. diese auf ein Minimum begrenzt.

Es ist somit Aufgabe der Erfindung, einen Laserbearbeitungskopf der eingangs genannten Art anzugeben, durch dessen Einsatz einer Erweiterung des Anwendungsfeldes der 3-D-Laserbearbeitung keine engen Grenzen mehr gesetzt sind und der Programmieraufwand bzw. die Rüstzeiten bei der Laserbearbeitung von Bauteilen mit komplizierter Geometrie wesentlich abgesenkt wird.

Des weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, einen Laserbearbeitungskopf der eingangs genannten Art vorzuschlagen, durch dessen Verwendung der Arbeitsraum nicht mehr begrenzt wird und somit hinsichtlich der Zugänglichkeit, insbesondere bei Innenkonturen, keine

Einschränkungen mehr bewirken.

Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung, einen wie eingangs beschriebenen Laserbearbeitungskopf aufzuzeigen, bei dem die Sensoren nicht ungeschützt den allgemein bei der Laserbearbeitung auftretenden Umgebungsbedingungen (Dämpfe, Gase, Sublimate, Plasma, Spritzer, Wärme u. a.) ausgesetzt sind.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Laserbearbeitungskopf der eingangs genannten Art zu entwickeln, bei dem der Anbau des Sensors stets reproduzierbar gestaltet werden kann, bei dem somit der Justieraufwand, im Vergleich zu Laserbearbeitungsköpfen gemäß dem Stand der Technik, wesentlich abgesenkt werden kann und der in unkomplizierter Weise der Einsatz von kommerziellen Sensoren uneingeschränkt erlaubt.

Schließlich ist es noch Aufgabe der Erfindung, einen Laserbearbeitungskopf der eingangs beschriebenen Art anzugeben, mit dessen Einsatz die volle 3-D-Fähigkeit des Systems erhalten bleibt.

Erfindungsgemäß werden die Aufgaben mit einem Laserbearbeitungskopf gemäß einem oder mehreren der Ansprüche von 1 bis 12 gelöst.

Dabei besteht der kompakte Laserbearbeitungskopf zur Lasermaterialbearbeitung, insbesondere für laser-gestützte Macromaterialbearbeitungsverfahren, wie beispielsweise Schneiden, Schweißen, Oberflächenveredlungsverfahren mit CNC-gesteuerten Portalmaschinen bzw. Portalrobotern, zur 2-D- und 3-D-Laserbearbeitung, aus einem Sensor zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung, einem oder mehreren Spiegeln und/oder Spiegelsystemen mit Spiegelgehäuse und Spiegelhalter, einer definierten Schnittstelle zum Strahlführungssystem der Maschine, den erforderlichen Einrichtungen und Anschlüssen für Wasserleitung und Prozeßgasführung, einem oder mehreren Crossjet-Systemen, den erforderlichen Justiereinrichtungen und Prozeß- bzw. Arbeitsgasdüsen, sowie den notwendigen auf der Motorplatte montierten Antriebseinrichtungen zur Realisierung der Drehbewegung des Sensors, wie ein NC-gesteuerter Motor und Getriebe, sowie der erforderlichen Strom-, Signal- und Medienleitungen. Erfindungsgemäß ist bei diesem kompakten Laserbearbeitungskopf der Sensor zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung vollständig konstruktiv mit in dem Laserbearbeitungskopf integriert gemeinsam mit anderen an die Bearbeitungsrichtung gebundenen Zusatzeinrichtungen des Laserbearbeitungskopfes um die Sensordrehachse drehbar gelagert.

Es ist dabei von Vorteil, wenn der Sensor zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung und die an die Bearbeitungsrichtung gebundenen Zusatzeinrichtungen (beispielsweise Offaxis-Düsen, Zusatzwerkstofförför-einrichtungen oder dergleichen) des Laserbearbeitungskopfes um mindestens 360° drehbar um die Sensordrehachse gelagert sind.

Günstigerweise sollte dabei die Sensordrehachse definiert zur Werkzeugachse, beispielsweise derart, daß die Sensordrehachse mit dem Lot im Zentrum des Laserspots übereinstimmt, angeordnet sein, wobei diese Anordnung so gestaltet sein sollte, daß die Sensordrehachse räumlich durch Verschieben und/oder Verkippen zur Werkzeugachse justierbar ist. Dadurch wird es möglich, den ansonsten vorhandenen Einfluß von insbesondere bei langen Strahlwegen auftretenden Lagetoleranzen der Strahlachse zur mechanischen Achse auf die Genauigkeit der Detektion und der Bearbeitung auszuschalten.

Vorteilhafterweise sollte der Sensor zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung, der vorzugsweise ein optoelektronischer Sensor (beispielsweise ein SCOUT-Sensor) ist, zur Sensordrehachse justierbar angeordnet sein.

Weiterhin ist von Vorteil, wenn die Bauelemente des Sensors zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung platzsparend in das Gefäßsystem des Bearbeitungskopfes integriert sind, was beispielsweise durch eine entsprechende Dimensionierung erreicht werden kann. Dabei sollte der Sensor zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung so dimensioniert sein, daß die Schnittstelle zur Maschine neben den für den Laserbearbeitungskopf notwendigen Funktionen auch die für den Sensor enthält, und bzw. so daß alle Schutzmaßnahmen für die Optik, für die Bauelemente des Bearbeitungskopfes und für die Bauelemente des Sensors gleichermaßen wirken.

Zur weiteren Verbreiterung des Anwendungsfeldes des erfindungsgemäßen Laserbearbeitungskopfes sollte die Möglichkeit eingeräumt werden, daß an der Sensordrehachse neben dem Sensor zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung selbst noch weitere Sensoren z. B. für die automatische Kontrolle des Bearbeitungsergebnisses befestigt sein können.

Günstigerweise sollten alle notwendigen Bauelemente und Bestandteile, incl. des Sensors zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung, des Laserbearbeitungskopfes so dimensioniert sein, daß sie alle in einem einzigen Gehäuse mit für den jeweiligen Anwendungsfall vertretbarem Ausmaßen angeordnet werden können.

Dem erfindungsgemäßen kompakten Laserbearbeitungskopf liegt zugrunde

- eine definierte mechanische Schnittstelle zur Strahlführung, die sowohl die reproduzierbare Zuordnung von Strahlachse, Bearbeitungskopf und Sensor als auch die Medienführung beinhaltet,

- ein oder mehrere in den Bearbeitungskopf neben den optischen Bauelementen zur Strahlfokussierung und/oder -formung, der Gasführung, den Düsensystemen, Einrichtungen zur Kühlung der Optiken und Düsen, Einrichtungen zum Schutz, insbesondere der optischen Bauelemente, und dergleichen einschließlich der Strom-, Signal- und Medienleitungen platzsparend integrierte(r) Sensor(en) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung, sowie im Bedarfsfall weiterer Sensoren oder Sensorsysteme,

- eine um die Werkzeugachse (Laserstrahlachse) drehbare Anordnung eines Teiles des bzw. des gesamten Laserbearbeitungskopfes, so daß sich das Gesichtsfeld des Sensors im Vorlauf und die ebenfalls zur Bearbeitungsrichtung definiert anzuordnenden Einrichtungen (z. B. Off-axis-Düsen, Fördereinrichtungen für Zusatzwerkstoffe) definiert um den Laserstrahl drehen und sich damit zur jeweiligen Vorschubrichtung orientieren können.

Mit dem erfindungsgemäßen kompakten Laserbearbeitungskopf werden sämtliche Nachteile der Lösungen des Standes der Technik beseitigt. Folgende Verbesserungen gegenüber den Lösungen des Standes der Technik sind dabei hervorzuheben:

- Gewährleistung der vollen Funktionalität der sensor-gesteuerten 3D-Geometrieerfassung und

Konturverfolgung an CNC-gesteuerten Portalmaschinen,

— Führung des Werkzeuges, des Laserstrahles, aller Medien und des Sensors oder der Sensoren bzw. Sensorsysteme in einem einzigen kompakten Gehäuse,

— reproduzierbare, justierbare Anordnung bzw. Zuordnung des Sensors zum Werkzeug,

— kein Justieraufwand bei Bearbeitungskopfwechsel durch eine für Werkzeug und Sensor bzw. Sensoren einheitliche Schnittstelle,

— der/die Sensor/en ist/sind integriert in das Kühlsystem der Optik und ggf. weiterer Zusatzeinrichtungen für die Bearbeitung, und integriert in das Schutzsystem für optische Bauelemente des Laserbearbeitungskopfes, z. B. Schutzfenster, Crossjets usw.,

— keine Behinderung durch zusätzliche Kabel und Schläuche,

— die Bauelemente des Bearbeitungskopfes sind bereits bei der Montage justierbar und brauchen nicht vor jedem Einsatz des Bearbeitungskopfes neu justiert werden,

— zusätzliche mechanische Justiereinrichtungen sind möglich und können eine definierte Einstellung der Lage des Sensorgesichtsfeldes zur Sensordrehachse gewährleisten,

— keine bzw. nur unwesentliche Einschränkungen bei der Wahl der Brennweite, insbesondere können auch relativ kurzbreitweitige Optiken verwendet werden, die wiederum kleine Ausgleichsbewegungen der Linearachsen und somit geringe Arbeitsraumeinschränkungen bei 5-Achstransformation bewirken.

Der erfindungsgemäße kompakte Laserbearbeitungskopf soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In Fig. 1 ist eine Variante des erfindungsgemäßen kompakten Laserbearbeitungskopfes schematisch skizziert.

#### Ausführungsbeispiel

Wie in Fig. 1 dargestellt ist über eine definierte Schnittstelle (1) das Spiegelgehäuse (2) am Strahlführungssystem (3) reproduzierbar befestigt. Der Spiegel (4) wird mit dem Gehäuse über einen Spiegelhalter (5) fixiert. Der Laserstrahl (11) wird mit dem Spiegel (4) um 90° umgelenkt und fokussiert.

Voraussetzung für die volle 3-D-Fähigkeit ist das Drehen des Sensors (7) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung, der im Ausführungsbeispiel ein SCOUT-Sensor der Firma DASA war, um mindestens 360°. Dazu muß der Sensor (7) unter der Störkontur (8) der Strahlführung (3) hindurchgedreht werden. Der Antrieb erfolgt über einen NC-gesteuerten Motor (9). Der Motor einschließlich Nebeneinrichtungen ist auf einer separaten Motorplatine (10) am Spiegelgehäuse (2) befestigt. Diese Platine (10) läßt sich zum Spiegelgehäuse (2) und damit zum Laserstrahl (11) verschieben. Die Justage dieser Platine (10) zum Laserstrahl (11) hat so zu erfolgen, daß das Lot vom Tool-Center-Point (6), der identisch mit dem Zentrum des Arbeitspunkt (6) des Laserstrahles (11) ist, auf dem Drehzentrum (12a) der Drehachse (12) des Sensors (7) liegt. Im dargestellten Fall ist die Übereinstimmung des Lotes mit dem Drehzentrum (12a) bereits erfolgt.

Durch ein geeignetes Getriebe (13) erfolgt die Über-

tragung der Drehbewegung des Motors (9) auf die eigentliche Drehachse (12). An dieser ist der Sensor (7) schwenkbar befestigt. Die Austrittsfenster (14) des optischen Strahlenganges (15) des Sensors (7) werden durch einen Luftstrom (16), dem Crossjet, vor Dämpfen und Abprodukten geschützt. Die elektronischen und optischen Bauelemente (17) des Sensors (7) sind vor Überhitzung z. B. durch Rückstrahlung des Lasers, wie der Fokussierspiegel (4) mit einer Wasserkühlung (18) geschützt. Zum Schutz der optischen Bauelemente des Laserstrahlenganges (19) wird ein Crossjet (20) vor der Austrittsöffnung (21) erzeugt.

Über das gleiche System erfolgt die Zuführung des Prozeßgases zur Prozeßgasdüse (22) zur Bearbeitungsstelle. Der Vorlauf (24) der Abtastebene (23) gegenüber dem Bearbeitungspunkt (6) ist durch eine hier nicht weiter erläuterte Vorrichtung veränderbar. Einerseits darf der Abstand nicht zu weit aufgrund der Zunahme des Winkelfehlers der Sensordrehachse (12) sein, andererseits soll das Restrisiko einer Beeinträchtigung der Detektion durch den Bearbeitungsprozeß so gering wie möglich sein.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Schnittstelle zur Maschine
- 2 Spiegelgehäuse
- 3 Strahlführungssystem
- 4 Fokussierspiegel
- 5 Spiegelhalter
- 6 Tool-Center-Point bzw. Arbeitspunkt
- 7 Sensor zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung
- 8 Störkontur
- 9 NC-gesteuerter Motor
- 10 Motorplatine
- 11 Laserstrahl
- 12 Sensordrehachse
- 12a Drehzentrum der Sensordrehachse
- 13 Getriebe
- 14 Austrittsfenster des optischen Strahlenganges
- 15 optischer Strahlengang
- 16 Luftstrom (Crossjet) zum Schutz des Austrittsfensters des optischen Strahlenganges
- 17 elektronische und optische Bauelemente des Sensors
- 18 Wasserkühlung
- 19 Laserstrahlengang
- 20 Crossjet zum Schutz der optischen Bauelemente des Laserstrahlenganges
- 21 Austrittsöffnung des Laserstrahlenganges
- 22 Prozeßgasdüse
- 23 Abtastebene
- 24 Vorlauf des Beobachtungspunktes

#### Patentansprüche

1. Kompakter Laserbearbeitungskopf zur Lasermaterialbearbeitung, insbesondere für lasergestützte Materialbearbeitungsverfahren, wie beispielsweise Schneiden, Schweißen, Oberflächenveredlungsverfahren mit CNC-gesteuerten Portalmaschinen bzw. Portalrobotern, zur 2-D- und 3-D-Laserbearbeitung, bestehend aus einem Sensor zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung, einem oder mehreren Spiegeln (4) und/oder Spiegelsystemen mit Spiegelgehäuse (2) und Spiegelhalter (5), einer definierten Schnittstelle (1) zum Strahlführungssystem (3) der Maschine, den

erforderlichen Einrichtungen und Anschlüssen für Wasserkühlung (18) und Prozeßgasführung (22), einem oder mehreren Crossjet-Systemen (16, 20), den erforderlichen Justiereinrichtungen und Prozeß- bzw. Arbeitsgasdüsen (22), sowie den notwendigen auf der Motorplatte montierten Antriebseinrichtungen zur Realisierung der Drehbewegung des Sensors, wie ein NC-gesteuerter Motor (9) und Getriebe (13), sowie der erforderlichen Strom-, Signal- und Medienleitungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sensor (7) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung vollständig konstruktiv mit in dem Laserbearbeitungskopf integriert und gemeinsam mit anderen an die Bearbeitungsrichtung gebundenen Zusatzeinrichtungen des Laserbearbeitungskopfes um die Sensordrehachse (12) drehbar gelagert ist.

2. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (7) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung und die an die Bearbeitungsrichtung gebundenen Zusatzeinrichtungen des Laserbearbeitungskopfes um mindestens 360° drehbar um die Sensordrehachse (12) gelagert sind.

3. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensordrehachse (12) definiert zur Werkzeugachse (Strahlachse) angeordnet ist.

4. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensordrehachse (12) definiert zur Werkzeugachse derart angeordnet ist, daß diese mit dem Lot im Zentrum des Laserspots übereinstimmt.

5. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensordrehachse (12) derart angeordnet ist, daß sie räumlich durch Verschieben und/oder Verkippen zur Werkzeugachse justierbar ist.

6. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach einem oder mehreren der Ansprüche von 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (7) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung so angeordnet ist, daß er zur Sensordrehachse (12) justierbar ist.

7. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach einem oder mehreren der Ansprüche von 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (7) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung ein optoelektronischer Sensor ist.

8. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (7) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung ein SCOUT-Sensor ist.

9. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach einem oder mehreren der Ansprüche von 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauelemente des Sensors (7) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung in das Gefäßsystem des Bearbeitungskopfes platzsparend integriert sind.

10. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauelemente des Bearbeitungskopfes und die des Sensors (7) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung so dimensioniert sind, daß die Schnittstelle (1) zur Maschine neben den für den Laserbearbeitungskopf notwendigen Funktionen auch die für den Sensor (7) enthält und alle Schutzmaßnahmen für die Optik, für die Bauelemente des Bearbei-

tungskopfes und für die Bauelemente des Sensors (7) gleichermaßen wirken.

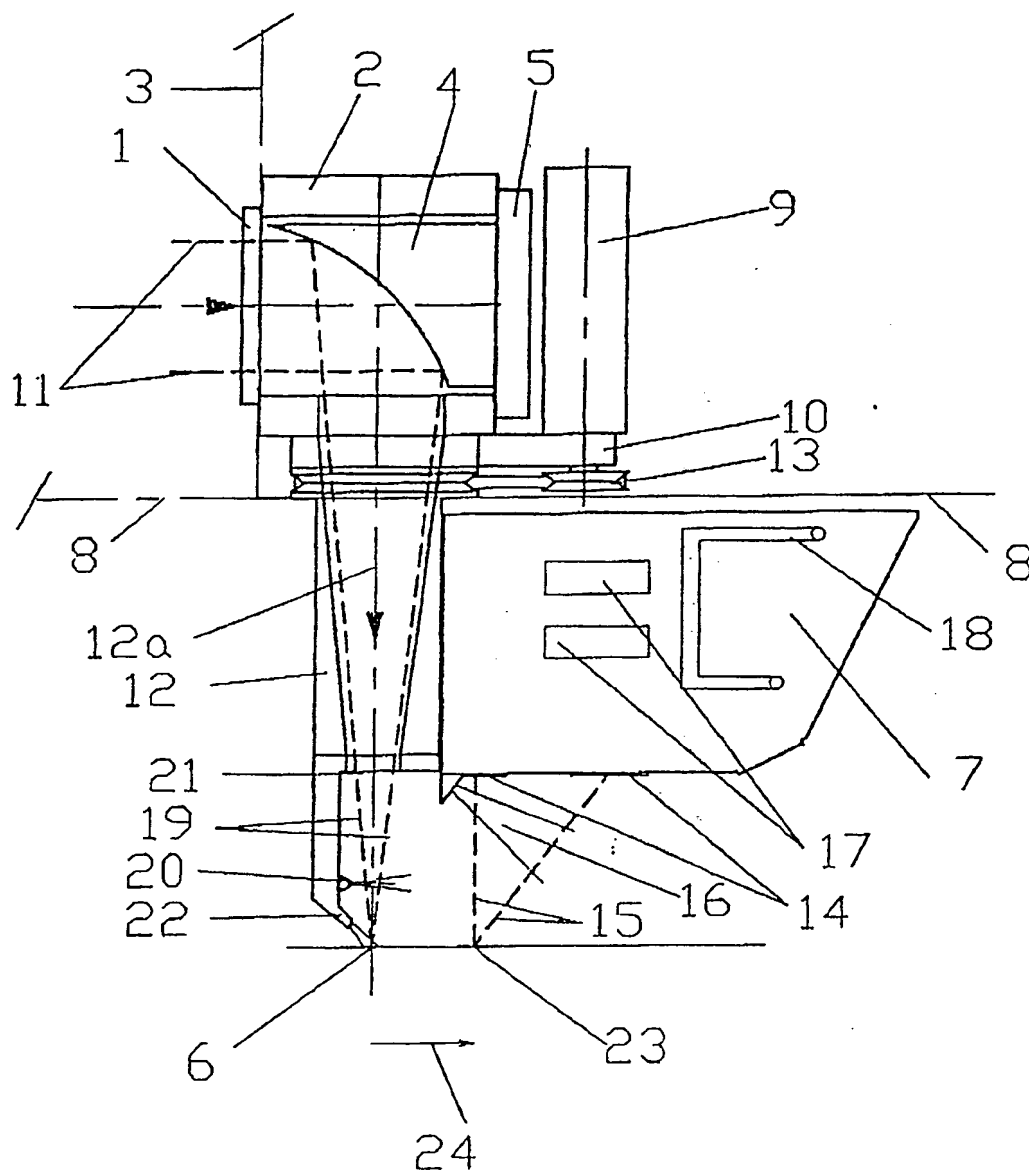
11. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach einem oder mehreren der Ansprüche von 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß an der Sensordrehachse (12) neben dem Sensor (7) zur Geometrieerfassung und/oder Konturverfolgung noch weitere Sensoren und Justageeinrichtungen befestigt sind.

12. Kompakter Laserbearbeitungskopf nach einem oder mehreren der Ansprüche von 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß alle notwendigen Bauelemente und Bestandteile des Laserbearbeitungskopfes so dimensioniert sind, daß sie alle in einem einzigen Gehäuse mit für den Anwendungsfall vertretbaren Ausmaßen angeordnet werden können.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---



# Compact laser machining head with integrated on-line path control for laser machining of material

FILED

Veröffentlichungsnr. (Sek.) ☐ US5685999

Veröffentlichungsdatum : 1997-11-11

Erfinder : WIEDEMANN GUENTER (DE); GRUENEGER DIRK (DE); MORGENTHAU LOTHAR (DE); SCHWABE WALTER (DE); BARTHEL KLAUS (DE); GNANN RUEDIGER ARNOLD (DE)

Anmelder :: KLAUS BARTHEL SENSORSYSTEME GM (DE); ARNOLD GMBH & CO KG MASCHF (DE); SCHWABE WALTER (DE)

Veröffentlichungsnummer : ☐ DE4433675

Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) US19950531839 19950921

Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19944433675 19940921

Klassifikationssymbol (IPC) : B23K26/00

Klassifikationssymbol (EC) : B23K26/04, B23K26/14

Korrespondierende Patentschriften ☐ EP0707920, A3, B1

## Bibliographische Daten

A compact laser machining head is used for laser machining of material, in particular for laser-supported material machining methods for 2 and 3d laser machining. This laser machining head includes a sensor for geometry recognition and/or following contours, one or a plurality of mirrors and/or mirror systems with a mirror housing and mirror holder, a defined interface with the beam guidance system of the machine, and further required structural elements, connections and lines. In this compact laser machining head, the sensor is structurally completely integrated into the laser machining head, is seated, together with other auxiliary devices of the laser machining head tied to the working direction, rotatable around the rotary shaft of the sensor. The laser machining head contains a protocol memory and a comparator unit which are disposed and connected in such a way that the data of the sensor can be compared and evaluated, in parallel with the control of the machining process, with the data of the protocol memory in the comparator unit for the purpose of quality control and affecting the machining process.

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - 12

DOCKET NO: SBV-076997

SERIAL NO: 09/933,053

APPLICANT: Heinemann et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100